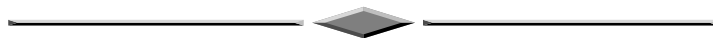


ГЕОДЕЗИЯ И МАРКШЕЙДЕРИЯ



УДК 528:004.4

DOI 10.33764/2411-1759-2025-30-3-5-14

О необходимости создания отечественного программного обеспечения для автоматизированного геодезического мониторинга

Н. С. Косарев¹✉

¹Сибирский государственный университет геосистем и технологий, г. Новосибирск, Российская Федерация

e-mail: kosarevnsk@yandex.ru

Аннотация. В настоящее время Президентом Российской Федерации В. В. Путиным поставлена достаточно сложная задача, связанная с обеспечением технологической независимости и безопасности критической информационной инфраструктуры страны. В связи с этим необходимо за короткий период времени заменить зарубежное программное обеспечение на его российский аналог или полностью разработать новое. Геоиндустрия, как и другие секторы экономики, зависит практически полностью от зарубежного программного обеспечения. Так на всех крупных гидроэлектростанциях Российской Федерации, таких как Бурейская, Саяно-Шушенская, Красноярская, для обеспечения безопасности развернута и эксплуатируется автоматизированная система геодезического мониторинга на базе Leica GeoMos. В связи с санкционной политикой развертывание подобной системы сейчас невозможно, поэтому разработка отечественного программного обеспечения для автоматизированного геодезического мониторинга важна и крайне актуальна. В статье сделан краткий обзор зарубежного программного обеспечения для автоматизированного геодезического мониторинга, по результатам которого выявлен общий признак этих систем, а именно их модульность, поэтому при разработке прототипа отечественного программного обеспечения выбрана блочная иерархия, каждый элемент которой взаимосвязан друг с другом. Кроме этого показано, что у сотрудников Сибирского государственного университета геосистем и технологий имеются достаточно мощные наработки в этой области, и единственным сложным этапом является интеграция этих знаний в единое программное обеспечение.

Ключевые слова: отечественное программное обеспечение, автоматизированный геодезический мониторинг, «Визир 3D», RinMonitor, «МГСети», Leica GeoMoS, Trimble 4D-control, GOCA, DABAMOS

Для цитирования:

Косарев Н. С. О необходимости создания отечественного программного обеспечения для автоматизированного геодезического мониторинга // Вестник СГУГиТ. – 2025. – Т. 30, № 3. – С. 5–14. – DOI 10.33764/2411-1759-2025-30-3-5-14

Введение

В настоящее время во всем мире активно уделяется внимание обеспечению безопасности критически важных объектов инфраструктуры, например, крупных гидротехнических сооружений, нефте- и газопроводов, АЭС, пунктов хранения стратеги-

ческих запасов нефти и газа, вредных химических производств, транспортных узлов, аэродромов и т. п., выведение из строя которых может привести к непредсказуемым тяжелым и даже катастрофическим последствиям как для экономики страны, так и для безопасности жизнедеятельности людей [1–3]. На территории Российской Федерации Мини-

стерством по делам гражданской обороны, чрезвычайным ситуациям и ликвидации последствий стихийных бедствий было выделено порядка 50 тысяч критически важных объектов инфраструктуры. В 2021 г. вышло Постановление Правительства Российской Федерации от 24.06.2021 № 981 «Об утверждении Правил формирования и утверждения перечня критически важных объектов», благодаря которому планируется сформировать обновленный реестр критически важных объектов инфраструктуры, при этом количество объектов инфраструктуры существенно возрастет (Постановление Правительства Российской Федерации от 24.06.2021 № 981 «Об утверждении Правил формирования и утверждения перечня критически важных объектов». – URL: <https://base-garant.ru/401399891/>. – Текст: электронный).

Защита критически важных объектов инфраструктуры представляет собой одну из наиболее важных задач обеспечения национальной безопасности любой страны, включая в себя проведение мероприятий, которые должны обеспечить их сохранение в случае различных воздействий природного или техногенного характера. На территории Российской Федерации обеспечение безопасности критически важных объектов инфраструктуры осуществляется в рамках федерального закона № 187-ФЗ (Федеральный закон от 26.07.2017 № 187-ФЗ «О безопасности критической информационной инфраструктуры Российской Федерации». – URL: https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_220885/. – Текст: электронный).

На сегодняшний день назрела острая проблема, связанная с тем, что практически 90 % программного обеспечения (ПО), которое используется на критически важных объектах, иностранного производства (Моделирование: каких решений не хватает для цифрового суверенитета России. – URL: <https://www.toinform.ru/index.php/news/14582-modelirovanie-kakikh-reshenii-ne-khvataet-dlia-tcifrovogo-suvereniteta-rossii>. – Текст: электронный). Использование программных продуктов иностранного производства на критически важных объектах инфраструктуры Российской Федерации в таких количествах недопустимо, так как может привести к технологической зависимости от недружественных стран Запада. В связи с этим разработка подобного программного обеспечения не только актуальна, но и чрезвычайно важна.

В марте 2022 г. Президент Российской Федерации В. В. Путин издал указ № 166 «О ме-

рах по обеспечению технологической независимости и безопасности критической информационной инфраструктуры Российской Федерации», согласно которому в целях обеспечения технологической независимости и безопасности критической информационной инфраструктуры Российской Федерации госорганам и госзаказчикам с 1 января 2025 г. запрещено использовать иностранное программное обеспечение на объектах критической информационной инфраструктуры, а с 31 марта этого года – закупать иностранное программное обеспечение без специального разрешения (Указ Президента Российской Федерации от 30.03.2022 № 166 «О мерах по обеспечению технологической независимости и безопасности критической информационной инфраструктуры Российской Федерации». – URL: <http://publication.pravo.gov.ru/Document/View/0001202203300001>. – Текст: электронный).

В геоиндустрии, как и в других секторах экономики, процент использования программного обеспечения иностранного производства остается достаточно высоким. Так, на всех крупных ГЭС Российской Федерации, таких как Бурейская, Саяно-Шушенская, Красноярская, для обеспечения безопасности развернута и эксплуатируется автоматизированная система геодезического мониторинга (АСГМ) на базе Leica GeoMos [4, 5]. На Загорской ГАЭС-2 такая система применяется для контроля пространственного положения станционного узла в процессе его подъема методом компенсационного нагнетания [6].

Аналога отечественного программного обеспечения для АГМ в настоящее время в Российской Федерации нет, есть лишь отдельные модули, поэтому разработка такой системы важна и крайне актуальна.

Обзор зарубежного программного обеспечения для автоматизированного геодезического мониторинга

Leica GeoMoS (Leica Geodetic Monitoring System) – это программное обеспечение для автоматизированного геодезического мониторинга, разработанное компанией Hexagon, которое свободно адаптируется к конкретным потребностям любого пользователя [7]. ПО может работать как в непрерывном, так и периодическом мониторинге, обеспечивая соответствующую точность и надежность.

Leica GeoMoS поддерживает подключение к геодезическим, геотехническим, метео-

рологическим, экологическим или любым другим датчикам. В программном обеспечении присутствует возможность контроля предельных или критических значений параметров. Ответственные лица могут быть своевременно проинформированы о превышении предельных значений с помощью различных вариантов обмена сообщениями (электронная почта, SMS и т. д.).

Trimble 4D Control – это программное обеспечение для автоматизированного геодезического мониторинга, разработанное компанией Trimble, поддерживающее множество функций, чтобы предоставлять широкий спектр возможностей для различного круга потребителей.

Одним из ключевых элементов системы является программное обеспечение Trimble Pivot Platform, которое позволяет интегрировать данные ГНСС-приемников, данные с электронных

тахеометров, а также другие данные, поступающие с сейсмографических, метеорологических, геотехнических и иных датчиков.

Кроме этого Trimble разрабатывает собственные датчики для установки на контролируемых объектах. Одним из таких датчиков является сейсмический датчик Trimble Kestrel System, модель SG160-09, который представляет собой интеграцию ГНСС-приемника (200 Гц) и трехосевого акселерометра [8].

GOCA (GNSS/LPS/LS Online Control and Alarm System) – программное обеспечение, разработанное в Университете города Карлсруэ, применяется для мониторинга опасных природных явлений, геотехнических сооружений, строительных конструкций, зданий и плотин. Как и другое аналогичное ПО, оно состоит из различных модулей (рис. 1).

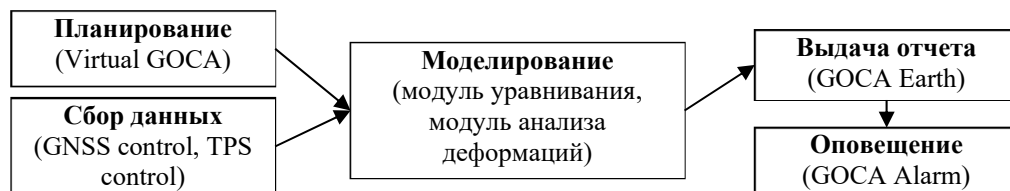


Рис. 1. Структурная схема программного обеспечения GOCA [9]

Концептуально процесс анализа деформаций, реализованный в программном обеспечении GOCA, представляет собой классический подход, разработанный для работы в онлайн-режиме. Для построения прогнозных моделей используются различные методы, включая алгоритм калмановской фильтрации [9–11].

DABAMOS (Datenbank-orientiertes Monitoring-und Analyse-System) – программное обеспечение, разработанное в Нойбранденбургском университете прикладных наук. Разработка началась в 2009 г. как студенческий проект по простому удаленному управлению геодезическими датчиками. Первая версия программного обеспечения была написана полностью на Java SE и могла быть запущена на обычных персональных компьютерах без каких-либо специальных требований, за исключением Java Runtime Environment.

Интегрированный интерфейс дистанционного управления позволяет пользователям запускать и останавливать процесс мониторинга через сеть TCP/IP. Все данные датчиков

хранятся в объектно-ориентированной базе данных db4o. Позднее архитектура ПО изменилась на архитектуру «клиент – сервер» с разработкой корпоративного приложения, написанного на Java EE для хранения и визуализации данных мониторинга на интернет-серверах.

В 2013 г. программное обеспечение было опубликовано в интернете в виде открытого исходного кода. К этому моменту ПО было адаптировано для работы через веб-интерфейс и для поддержки одноплатных компьютеров на базе ARM, таких как Raspberry Pi или BeagleBone. Эти одноплатные компьютеры могут использоваться для управления подключенными датчиками.

Программное обеспечение DABAMOS состоит из трех частей [12, 13]:

- OpenADMS – модуль для управления датчиками. Измеренные значения геодезических или геотехнических датчиков хранятся локально в базе данных NoSQL, а затем передаются на FTP-сервер или экземпляр OpenSDMS;

– OpenSDMS – модуль для хранения, анализа и визуализации данных датчиков в облачных вычислительных средах. OpenSDMS собирает и управляет данными от произвольного числа клиентов OpenADMS. Сервис все еще находится в концептуальной фазе;

– Middleware – модуль, обеспечивающий доступ в интернет через Ethernet, Wi-Fi или беспроводные сети (3G/4G).

В табл. 1 приведена сравнительная характеристика представленного зарубежного программного обеспечения для автоматизированного геодезического мониторинга.

Таблица 1

Сравнительная характеристика представленного зарубежного программного обеспечения для автоматизированного геодезического мониторинга

	Leica GeoMos, версия 8.1	Trimble 4D control, версия 6.5	GOCA, версия 5.1	DABAMOS, версия 0.9.6
Доступные модули/наборы инструментов:	1) модуль для хранения и сбора данных (GeoMoS Monitor); 2) модуль анализа, обработки и визуализации данных (GeoMoS Analyzer); 3) модуль анализа деформаций (GeoMoS Adjustment)	1) модуль постобработки оптических данных; 2) модуль обработки оптических данных в реальном времени; 3) модуль постобработки ГНСС-данных; 4) модуль интеграции данных съемки; 5) модуль ГНСС RTK решений; 6) модуль ГНСС внезапных деформаций; 7) модуль ГНСС сетевых деформаций	1) модуль сбора оптических данных (TPS-control); 2) модуль сбора ГНСС-данных (GNSS-control); 3) модуль уравнивания; 4) модуль анализа деформаций; 5) модуль отображения GOCA Earth; 6) модуль оповещения GOCA-Alarm; 7) модуль Virtual GOCA	1) модуль управления датчиками OpenADMS; 2) модуль хранения визуализация и анализа данных OpenSDMS; 3) промежуточное программное обеспечение (Middleware)
Система оповещения	Да	Да	Да	*
Функциональное подключение различных датчиков	Да	Да	Да	Да
Поддерживаемые тахеометры	Тахеометры Leica Geosystems TS60, TM50, TS50, TS15, TS16, TM30, TS30, TPS1100, TPS1200, TPS1200Plus, TCA1201M, TPS1800 и серия TCA2003	Тахеометры Trimble, Leica Geosystems и др.	Тахеометры Leica Geosystems, Topcon, Geomax и Sokkia	Тахеометры Leica Geosystems TS16, TM30, TS30, TPS1200Plus
Поддерживаемые ГНСС-приемники	ГНСС-приемники фирмы Leica и данные постобработки, полученные от программного обеспечения Leica GNSS Spider	ГНСС-приемники фирм Trimble, Ashtech, Javad, Leica, Septentrio, Topcon	ГНСС-приемники Topcon, Sokkia, Leica Geosystems, Septentrio, ublox, Novatel и любые ГНСС-приемники, передающие поток RTCM 2.3	*
Поддерживаемые геотехнические датчики	1. Датчики фирмы Campbell (экстензометры, пьезометры, тензометры, инклинометры, термометры, барометры, датчики осадков и другие); 2. Инклинометр Leica Nivel210, Nivel220.	Измерители трещин, датчики давления грунта, экстензометры, гигрометры, инклинометры, тензодатчики, пьезометры, датчики осадков, наклонометры и другие	*	Датчики осадков, инклинометры Leica Nivel210, DXL360S и другие
Поддерживаемые метеодатчики	Метеодатчики фирм Vaisala, STS, Reinhardt	Метеодатчики фирмы Vaisala и другие	Метеодатчики фирмы Wiesemann & Theis GmbH	Метеодатчики фирм STS, Reinhardt

Примечание. * – информация не указана в открытых источниках.

Прототип отечественного программного обеспечения для автоматизированного геодезического мониторинга

Предлагаемый вариант программного обеспечения для автоматизированного геодезического мониторинга представляет собой иерархическую систему блочного типа, каждый элемент которой взаимосвязан друг с другом (рис. 2).

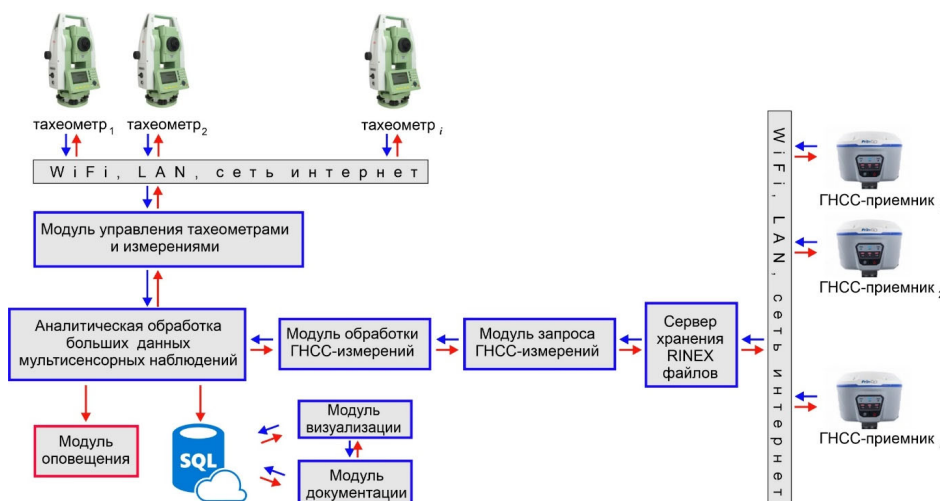


Рис. 2. Схема отечественного программного обеспечения для автоматизированного геодезического мониторинга

В состав программного обеспечения входят следующие элементы:

- модуль опроса и управления тахеометрами предназначен для запроса необходимых данных с тахеометров с определенной дискретностью, с последующей передачей этих данных в модуль уравнивания;
- модуль запроса ГНСС-измерений предназначен для запроса с определенной периодичностью хранящихся на сервере данных (RINEX-файлов) с последующей передачей этих данных в модуль ГНСС-измерений. Передача данных осуществляется в сети Интернет;
- модуль обработки ГНСС-измерений предназначен для обработки ГНСС-измерений в формате данных RINEX с последующим получением приращений пространственных координат X, Y, Z с оценкой их точности в виде ковариационных матриц;
- модуль уравнивания предназначен для уравнивания поступающих данных от тахеометров (через модуль опроса и управления тахеометрами) и от ГНСС-приемников (через модуль обработки ГНСС-измерений) с последующим выводом данных, которые затем бу-

дут анализироваться и представляться в графическом виде;

- модуль визуализации предназначен для графического представления полученных результатов;

- база данных предназначена для хранения исходных данных на дату измерений и результатов уравнивания для последующей оценки поведения объекта.

Возможности Сибирского государственного университета геосистем и технологий по созданию отечественного программного обеспечения для автоматизированного геодезического мониторинга

Как отмечалось выше, в настоящее время в Российской Федерации нет аналога отечественного программного обеспечения для АГМ, но есть мощные наработки в этой области, прежде всего сотрудников СГУГиТ. Так, в качестве модуля опроса и управления тахеометрами может быть адаптирована программа «Визир 3D» [14, 15], которая струк-

турно имеет модульную иерархию и работает в режиме «клиент – сервер».

В настоящее время программное обеспечение «Визир 3D» работает в автоматизированном режиме с электронными тахеометрами Leica и FOIF [16].

В качестве модуля запроса и модуля обработки ГНСС-измерений может выступать подпрограмма мониторинга смещений геодезических пунктов по ГНСС-измерениям (RINMONITOR) [17], которая позволяет загружать с онлайн-сервера файлы ГНСС-измерений в универсальном формате RINEX (версии 2.x, 3.x), импортировать их, выстраивать иерархическую структуру между измерениями, формировать базовые линии, разнесенные по времени, выводить результат обработки измерений в необходимом формате, выполнять базовые координатные и высотные преобразования. Программа позволяет удаленно получать данные, необходимые для дальнейшего пространственно-временного анализа смещения элементов сооружений и выявления изменения их положения.

Блок-схема экспорта файлов ГНСС-измерений с онлайн-сервера и процедура обработки этих данных показана на рис. 3.

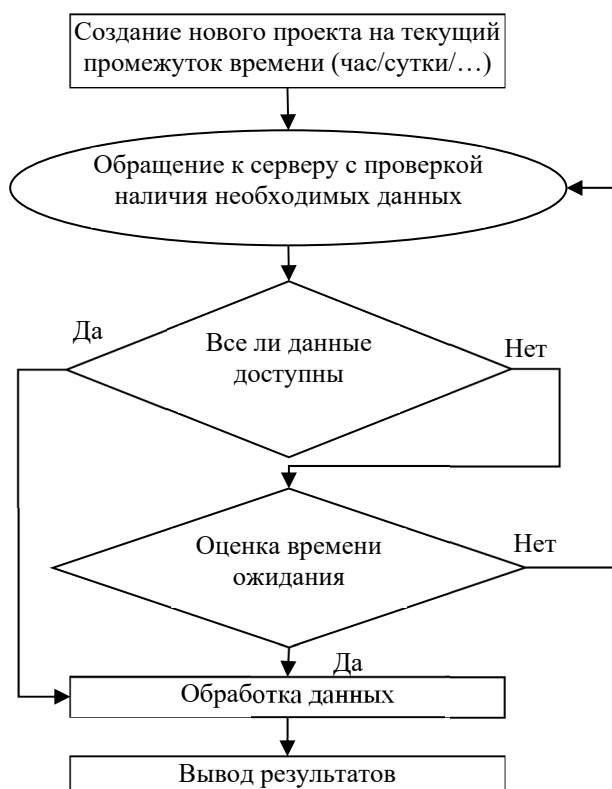


Рис. 3. Блок-схема экспорта файлов ГНСС-измерений с онлайн-сервера и процедура обработки этих данных

Совместное уравнивание геодезических и спутниковых измерений реализовано в программном обеспечении «МГСети» на основе метода наименьших квадратов [18]. Для того чтобы осуществить комбинированное уравнивание, необходимо выполнить импорт ГНСС-измерений в определенном формате.

В первой строке передается информация о координатной системе, являющейся исходной, а также приведены параметры исходного эллипсоида – большая полуось a и его эксцентриситет e . Во второй строке передаются имена точек и их координаты в исходной системе координат, кроме того, приводятся СКП определения координат этих точек. В третьей строке приводятся компоненты ГНСС-векторов, точки начала и конца вектора, приращения координат между точками начала и конца, а также СКП определения приращений координат.

Таким образом, практически все необходимые модули, на базе которых может быть разработано отечественное программное обеспечение для автоматизированного геодезического мониторинга, созданы сотрудниками Сибирского государственного университета геосистем и технологий, и единственная оставшаяся сложная задача – интеграция этих модулей в единое полноценное программное обеспечение.

Заключение

В статье сделан краткий обзор зарубежного программного обеспечения для автоматизированного геодезического мониторинга, по результатам которого выявлен общий признак этих систем, а именно их модульность, т. е. все они имеют гибкий функционал и адаптируются под решение конкретной задачи, поставленной техническим заданием. Кроме того, автором предложен один из возможных вариантов прототипа отечественного программного обеспечения на базе блочной иерархии, каждый элемент которого взаимосвязан друг с другом. Предлагаемый прототип может работать как в режиме постобработки, так и в режиме реального времени. Кроме этого показано, что у сотрудников Сибирского государственного университета гео-

систем и технологий имеются достаточно мощные наработки в области автоматизированного геодезического мониторинга: разработаны программные комплексы «Визир 3D», «МГСети», подпрограмма мониторинга смещений геодезических пунктов по ГНСС-измерениям (RinMonitor) и др. Отмечено, что единственным сложным этапом является интеграция этих знаний в единое полноценное программное обеспечение.

Также стоит отметить наработки сотрудников СГУГиТ, которые могут быть полезны, и которые расширяют функционал предлагаемого прототипа. На кафедре космической и физической геодезии ведутся работы по построению прогнозных математических моде-

лей для изучения деформационных процессов, проявляющихся на оползневых склонах, крупных ГЭС и других инженерных объектах [19, 20]; кроме того, в рамках госбюджетной НИР «Автоматический геодезический мониторинг природной среды и инженерных сооружений средствами малобюджетных высокоточных датчиков вертикальных перемещений в условиях Крайнего Севера» создана система автоматизированного геодезического мониторинга на базе недорогих ГНСС-приемников [21].

Приведенные наработки, безусловно, позволят создать отечественное программное обеспечение, не уступающее зарубежным аналогам.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Krausmann E., Girgin S., Necci A. Natural hazard impacts on industry and critical infrastructure: Natech risk drivers and risk management performance indicators // *International Journal of Disaster Risk Reduction*. – 2019. – Vol. 40. – P. 101163. – DOI 10.1016/j.ijdr.2019.101163.
2. Suarez-Paba M. C., Cruz A. M. A paradigm shift in Natech risk management: Development of a rating system framework for evaluating the performance of industry // *Journal of Loss Prevention in The Process Industries*. – 2022. – Vol. 74. – P. 104615. – DOI 10.1016/j.jlp.2021.104615. – EDN: KZGMXV.
3. Bernier C., Padgett J. E. Fragility and risk assessment of aboveground storage tanks subjected to concurrent surge, wave, and wind loads // *Reliability Engineering & System Safety*. – 2019. – Vol. 191. – P. 106571. – DOI 10.1016/j.res.2019.106571.
4. Хиллер Б., Сухов И. В., Ли В. Т. Автоматизированная система деформационного мониторинга (АСДМ) на Саяно-Шушенской ГЭС // *Гидротехника*. – 2015. – № 2. – С. 12–15.
5. Сальников В. Г., Скрипников В. А., Скрипникова М. А., Хлебникова Т. А. Применение современных автоматизированных геодезических приборов для мониторинга гидротехнических сооружений ГЭС // *Вестник СГУГиТ*. – 2018. – Т. 23, № 3. – С. 108–124. – EDN YAATIT.
6. Устинов А. В. Результаты мониторинга вертикальных перемещений в процессе компенсационного нагнетания на опытном участке Загорской ГАЭС-2 // *Вестник СГУГиТ*. – 2018. – Т. 23, № 4. – С. 128–141. – EDN YRJGBF.
7. Vrce E., Bojić M. Physical, Geodetic Methods and Automatic Monitoring System // *Lecture Notes in Networks and Systems*. – 2022. – Vol. 316. – P. 532–548. – DOI 10.1007/978-3-030-90055-7_42.
8. Kalber S., Jager R., Schwable R. A GPS-based online control and alarm system // *GPS Solutions*. – 2000. – Vol. 3 (3). – P. 19–25. – DOI 10.1007/PL00012799. – EDN ESGFJP.
9. Ягер Р., Шпон П., Шайхутдинов Т., Горохова Т. И., Янкуш А. Ю. Математические модели и техническая реализация ГОСА – онлайн-системы геодезического мониторинга и оповещения о деформациях природных и техногенных объектов, основанная на точных спутниковых (GNSS) и наземных геодезических наблюдениях (LPS/LS) // *Интерэкспо ГЕО-Сибирь-2012. VIII Междунар. науч. конгр. : Пленарное заседание : сб. материалов (Новосибирск, 10–20 апреля 2012 г.)*. – Новосибирск : СГГА, 2012. – С. 9–32. – EDN PCOECH.
10. Jäger R., Kälber S., Oswald M. GNSS/GPS/LPS based online control and alarm system (GOCA) mathematical models and technical realization of a system for natural and geotechnical deformation monitoring and analysis // *ГЕО-Сибирь-2010. VI Междунар. науч. конгр. : сб. материалов в 6 т. (Новосибирск, 19–29 апреля 2010 г.)*. – Новосибирск : СГГА, 2010. Т. 1, ч. 2. – С. 32–44. – EDN PIJDXB.

11. Ягер Р., Освальд М., Шпон П. Virtual GOCA – Google Earth – инструментальное средство для интерактивного проектирования виртуальных сенсорных сетей, обоснования модели и программного обеспечения, планирования и анализа сценариев геомониторинга // ГЕО-Сибирь-2010. VI Междунар. научн. конгр. : Пленарное заседание : сб. материалов (Новосибирск, 19–29 апреля 2010 г.). – Новосибирск : СГГА, 2010. – С. 47–53.
12. Engel Ph., Schweimler B. Development of an Open-Source Automatic Deformation Monitoring System for Geodetical and Geotechnical Measurements // International Archives of the Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Science. – 2016. – XL-5/W8. – P. 25–30. – DOI 10.5194/isprs-archives-XL-5-W8-25-2016.
13. Engel Ph., Schweimler B. Design and Implementation of a Modern Automatic Deformation Monitoring System: Towards an Open Source Software Platform for Geodetical and Geotechnical Measurements // Journal of Applied Geodesy. – 2016. – Vol. 10(1). – P. 79–85. – DOI 10.1515/jag-2015-0024.
14. Mogilny S. G., Sholomitskii A. A., Martynov O. V. Real-time geodetic measurements of rotary machines // 17th International multidisciplinary scientific geoconference SGEM. – 2017. – С. 523–530. – DOI 10.5593/sgem2017/22/S09.065. – EDN: OSGKJE.
15. Сайт продукта «Визир 3D» [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://sholomitskij.wixsite.com/sholomitskij/vizir-3d>.
16. Шоломицкий А. А., Лагутина Е. К. Автоматизация измерений, обработки и анализа при мониторинге сооружений // Интерэкспо ГЕО-Сибирь. XIX Международный научный конгресс, 17–19 мая 2023 г., Новосибирск : сборник материалов в 8 т. Т. 1 : Междунар. науч. конф. «Геодезия, геоинформатика, картография, маркшейдерия». – Новосибирск : СГУГиТ, 2023. № 1. – С. 162–168. – DOI: 10.33764/2618-981X-2023-1-1-162-168. – EDN TKYXPW.
17. Шевчук С. О., Косарев Н. С., Черемесина Е. С. Подпрограмма мониторинга смещений геодезических пунктов по ГНСС-измерениям (RinMonitor) // Свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ № 2023667872 от 17 октября 2023 г., заявка от 29.08.2023.
18. Шоломицкий А. А., Могильный С. Г., Косарев Н. С. Инженерные геодезические и маркшейдерские работы: теория и практика : учебник для вузов. – СПб. : Лань, 2023. – 312 с.
19. Карпик А. П., Хорошилов В. С., Комиссаров А. В. Анализ методов и средств изучения динамики перемещений оползневых склонов // Вестник СГУГиТ. – 2021. – Т. 26, № 6. – С. 17–32. – DOI 10.33764/2411-1759-2021-26-6-17-32. – EDN GEQNTG.
20. Кобелева Н. Н., Хорошилов В. С. Анализ входных воздействующих факторов и выбор типа математической модели на этапах их структурной и параметрической идентификации для изучения деформационного состояния плотины Саяно-Шушенской ГЭС в период 2013–2016 годов // Вестник СГУГиТ. – 2020. – Т. 25, № 3. – С. 53–62. – DOI 10.33764/2411-1759-2020-25-3-53-62. – EDN BTBPJJ.
21. Карпик А. П., Мареев А. В., Мамаев Д. С. Свободное программное обеспечение для геодезического мониторинга MONCENTER // Вестник СГУГиТ. – 2022. – Т. 27, № 5. – С. 43–54. – DOI 10.33764/2411-1759-2022-27-5-43-54. – EDN MJXFOV.

Об авторах

Николай Сергеевич Косарев – кандидат технических наук, доцент кафедры инженерной геодезии и маркшейдерского дела.

Получено 21.10.2024

© Н. С. Косарев, 2025

On the necessity of creating Russian software for automated geodetic monitoring

N. S. Kosarev¹✉

¹ Siberian State University of Geosystems and Technologies, Novosibirsk, Russian Federation

e-mail: kosarevnsk@yandex.ru

Abstract. Currently, the President of the Russian Federation V.V. Putin has set a rather difficult task related to ensuring the technological independence and security of the country's critical information infrastructure. In this regard, it is necessary to replace foreign software with its Russian analogue in a short period of time, or completely develop a new one. The geoindustry, like other sectors of the economy, depends almost entirely on foreign software, so at all large hydroelectric power plants of the Russian Federation, such as Bureyskaya, Sayano-Shushenskaya, Krasnoyarskaya, an automated geodetic monitoring system based on Leica GeoMos has been deployed and operated to ensure security, which is currently unavailable due to the sanctions policy, so the development of domestic software for automated geodetic monitoring is important and extremely relevant. The article provides a brief overview of foreign software for automated geodetic monitoring, the results of which revealed a common feature of these systems, namely, their modularity, therefore, when developing a prototype of domestic software, a block hierarchy was chosen, each element of which is interconnected with each other. In addition, it has been shown that the staffs of the Siberian State University of Geosystems and Technologies have quite powerful developments in this area, and the only difficult stage is the integration of this knowledge into a single, full-fledged software.

Keywords: russian software, automated geodetic monitoring, Vizir 3D, RinMonitor, MGSeti, Leica GeoMoS, Trimble 4D-control, GOCA, DABAMOS

REFERENCES

1. Krausmann, E., Girgin, S., & Necci A. (2019) Natural hazard impacts on industry and critical infrastructure: Natech risk drivers and risk management performance indicators. *International Journal of Disaster Risk Reduction*, 40, 101163. DOI: 10.1016/j.ijdrr.2019.101163/.
2. Suarez-Paba, M. C., & Cruz, A. M. (2022) A paradigm shift in Natech risk management: Development of a rating system framework for evaluating the performance of industry. *Journal of Loss Prevention in the Process Industries*, 74, 104615. DOI: 10.1016/j.jlp.2021.104615. EDN: KZGMXV.
3. Bernier, C., & Padgett, J. E. (2019) Fragility and risk assessment of aboveground storage tanks subjected to concurrent surge, wave, and wind loads. *Reliability Engineering & System Safety*, 191, 106571. DOI: 10.1016/j.ress.2019.106571.
4. Hiller, B., Li, V. T., & Sukhov, I. V. (2014). Automated deformation monitoring system (ASDM) at the Sayano-Shushenskaya HPP. *Inzhenernaya zashchita [Engineering Protection]*, 4(4), 36–43 [in Russian].
5. Sal'nikov, V. G., Skripnikov, V. A., Skripnikova, M. A., & Hlebnikova, T. A. (2018). Use of modern automated geodetic devices for monitoring hydrotechnical constructions of hydro power stations. *Vestnik SGUGiT [Vestnik SSUGT]*, 23(3), 108–124 EDN YAATIT [in Russian].
6. Ustinov, A. V. (2018). The results of the monitoring of vertical displacements in the process of compensation grouting at the experimental site of Zagorskaya PSP-2. *Vestnik SGUGiT [Vestnik SSUGT]*, 23(4), 128–141, EDN YRJGBF [in Russian].
7. Vrce E., Bojić M. (2022). Physical, Geodetic Methods and Automatic Monitoring System *Lecture Notes in Networks and Systems*, 316, 532–548. DOI: 10.1007/978-3-030-90055-7_42.
8. Kalber, S., Jager, R., & Schwable, R. (2000) A GPS-based online control and alarm system. *GPS Solutions*, 3 (3), 19-25. DOI 10.1007/PL00012799. EDN ESGFJP.

9. Jäger, R., Kälber, S., & Oswald, M. (2006) GNSS/GPS/LPS based online control and alarm system (GOCA) mathematical models and technical realization of a system for natural and geotechnical deformation monitoring and analysis. In *GEO-Sibir-2006 [GEO-Siberia-2006]*, 32–44. Novosibirsk: SGUGiT Publ. EDN PCOECH [in Russian].
10. Jäger, R., Oswald, M. & Spohn, P. (2010) VirtualGOCA – A Google Earth based tool for the interactive design of virtual sensor networks, for model and software validation, and for the planning and analysis of geomonitoring scenarios. In *GEO-Sibir-2010 [GEO-Siberia-2010]*, 47–53. Novosibirsk: SGUGiT Publ. [in Russian].
11. Jäger, R., Spohn, P., Shaykhutdinov, T., Gorokhova, T., & Yankush, A. (2012) GNSS/LPS/LS based online control and alarm system (GOCA) - mathematical models and technical realization of a scalable system for natural and geotechnical deformation monitoring and analysis. In *GEO-Sibir-2012 [GEO-Siberia-2012]*, 9–32. EDN PIJDXB [in Russian].
12. Engel, Ph., & Schweimler, B. (2016) Development of an Open-Source Automatic Deformation Monitoring System for Geodetical and Geotechnical Measurements. *International Archives of the Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Science*, XL-5/W8, 25 – 30. – DOI:10.5194/isprs-archives-XL-5-W8-25-2016.
13. Engel, Ph., & Schweimler, B. (2016) Design and Implementation of a Modern Automatic Deformation Monitoring System: Towards an Open Source Software Platform for Geodetical and Geotechnical Measurements. *Journal of Applied Geodesy*, 10(1), 79–85. DOI: 10.1515/jag-2015-0024.
14. Mogilny, S. G., Sholomitskii, A. A., & Martynov, O. V. (2017) Real-time geodetic measurements of rotary machines. *17th International multidisciplinary scientific geoconference SGEM*, 523–530. DOI: 10.5593/sgem2017/22/S09.065.
15. Product website «Vizir 3D» Retrieved from <https://sholomitskij.wixsite.com/sholomitskij/vizir-3d>.
16. Sholomitskii, A. A., & Lagutina E. K. (2023) Automation of measurements, processing and analysis in the monitoring of structures. In *GEO-Sibir-2023 [GEO-Siberia-2023]*, 162–168. Novosibirsk: SGUGiT Publ. DOI 10.33764/2618-981X-2023-1-1-162-168 EDN TKYXPW [in Russian].
17. Shevchuk, S. O., Kosarev, N. S., & Cheremisina, E. S. (2023) «Program for shifting geodetic points using GNSS measurements (RinMonitor)» Certificate of state registration of computer programs No. 2023667872 of October 17, 2023 in the register of computer programs [in Russian].
18. Sholomitskii, A. A., Mogilny, S. G., & Kosarev, N. S. (2023) Engineering geodetic and surveying works: theory and practice. *Saint-Peterburg: Lan` Publ.*, 312 p. [in Russian].
19. Karpik, A. P., Khoroshilov, V. S., & Komissarov, A. V. (2021). Analysis of methods and tools for studying the dynamics of displacement of landslides. *Vestnik SGUGiT [Vestnik SSUGT]*, 26(6), 17–32. DOI: 10.33764/2411-1759-2021-26-6-17-32 EDN GEQNTG [in Russian].
20. Kobeleva, N. N., & Khoroshilov, V. S. (2020) Analysis of input influencing factors when constructing a forecast model for studying the process of movements of the Sayano-Shushenskaya HPS Dam fulfilled in the period of 2013-2016 *Vestnik SGUGiT [Vestnik SSUGT]*, № 3 (25), 53–62. DOI: 10.33764/2411-1759-2020-25-3-53-62 EDN BTBPJJ. [in Russian].
21. Karpik, A. P., Mareev, A. V., Mamaev, D. S. (2022). Free software for geodetic monitoring Moncenter. *Vestnik SGUGiT [Vestnik SSUGT]*, 5(27), 43–54. DOI: 10.33764/2411-1759-2022-27-5-43-54 EDN MJXFOV [in Russian].

Author details

Nikolai S. Kosarev – Ph. D., Associate Professor of the Department of Engineering Geodesy and Mine Surveying.

Received 21.10.2024

© N. S. Kosarev, 2025